

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-117072

⑬ Int. Cl.<sup>9</sup>H 01 M 8/06  
8/04

識別記号

R  
J

庁内整理番号

7623-5H  
7623-5H

⑭ 公開 平成2年(1990)5月1日

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全6頁)

⑮ 発明の名称 燃料電池発電システム

⑯ 特 願 昭63-270264

⑰ 出 願 昭63(1988)10月26日

⑱ 発 明 者 大 崎 功 三 千葉県船橋市大穴北3-3-3  
 ⑱ 発 明 者 岡 田 光 生 東京都杉並区善福寺2-14-9  
 ⑱ 発 明 者 島 一 巳 千葉県佐倉市江原台2-24-19  
 ⑰ 出 願 人 東洋エンジニアリング 千葉県船橋市東船橋6-12-10  
 株式会社

## 明細書

1. 発明の名称 燃料電池発電システム

2. 特許請求の範囲

1) 燃料物質を改質装置により水素を含むガスに転化し、

精製装置で実質的な水素ガスに精製し、

この水素ガスを配管を通じて改質装置とは遠隔に設置された多数の燃料電池に分配し又はこの配管に貯え、

分配された水素を燃料として、各燃料電池が電力需要に応じて必要なだけ運転され電力が供給される、燃料電池発電システム。

2) 燃料物質を水素を含むガスに転化する改質装置と、これに接続されこのガスを実質的な水素ガスに精製する精製装置とからなる水素製造装置と、

水素を燃料とする多数の燃料電池と、

精製装置側に接続された本管及び本管と各燃料電池との間を接続し燃料電池側端部付近に減圧、開閉、流量調節等を行う弁を有する多数の支管と

からなる、精製装置と各燃料電池の間を接続する、配管即ち水素供給パイプラインとからなり、

配管により貯えられて分配され又は分配された水素を燃料として、各燃料電池が電力需要に応じて必要なだけ運転され電力が供給される、燃料電池発電システム。

3) 水素製造装置と本管との間に、前記水素ガスを燃料電池の運転圧力よりも低い圧力に加圧する圧縮機が接続された、請求項2のシステム。

4) 燃料電池の出力側に直流を交流に変換するインバータを持つ請求項2又は3のシステム。

5) 本管から分岐接続された水素貯槽を持つ、請求項2ないし4何れかのシステム。

6) 余剰電力で水を電解し、得られた水素を燃料電池の燃料に利用する請求項1ないし5何れかのシステム。

7) 余剰電力で水を電解し、得られた酸素を改質装置のガス化剤に利用する請求項1ないし6何れかのシステム。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔発明の目的〕

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は燃料電池を用いた発電システムに関する。詳しくは天然ガス等をガス化して得た水素をパイプライン網経由で燃料電池に供給することにより、電力需要の負荷変動に対する追従・応答が円滑な燃料電池を用いた発電システムに関する。

## 〔従来の技術〕

天然ガス、ナフサ等をガス化して得た水素を用い、燃料電池により発電することは知られている。ガス化装置と燃料電池の組合わせにより、辺鄙な地域や離島等での電力供給に便であるとされる。

一方燃料電池は水素と酸素（空気）を通じさえすれば直ちに電力が供給できる装置である。化学的エネルギーを連続的にかつ直接的に電気エネルギーに変換する装置であるので、他の発電方法例えばガスタービンとスチームタービンの組み合わせによるいわゆるコンバインドサイクルによる発電方式等に比して効率がよく、しかも電力負荷変動へ

の即応がたやすい。

他方燃料電池の燃料である水素の原料となる、天然ガス等を酸素、水蒸気等のガス化剤により水素を主要成分とするガスに転化するガス化装置即ちいわゆる改質装置又はリフォーマは、起動してから効率の良い定常（運転）状態に達するまで及び逆に定常状態から停止状態に至らせる、いわゆるスタートアップ／シャットダウンに時間を要すると共に、一旦起動すると定常運転をしないと効率のよいガス化が出来ない。

また電力需要は年間、月間、週間、一日間等に対し最大と最少の需要量変動があり、例えば1日間をとると、通例深夜から早朝にかけて最低需要量、日中の午後に最大需要量が現れ、1日の平均値は両者の間にある。

電力は直接の貯蔵がたやすくない又は有利でないで、この需要に応えるためには最大需要量に合わせた発電設備を備える必要がある。また送電には必然的にロスを伴う。

従って、燃料電池の即応性を利用して電力供給

を実施しようとして、ガス化設備（通常精製設備も付帯する）も電力の最大需要量に対応する能力を持つ装置を設置しては、多大の投資を要するばかりであり、全体として効率良い運転が困難である。

ガス化設備は、その容量が大の程、又むら無く定常状態で運転する程効率が良く、また技術的にも各種の化学プラントではほぼ完成・実証されているのに対し、個々の燃料電池に対応してその運転に合わせて小さなリフォーマを迅速に起動／停止ないし水素製造の量を調節するのはかなり難しいことでありまた個々のリフォーマに対しその占有場所と従来の化学プラントと同様の熟練度をもった運転人員とを要し経済性が良くない。

## 〔発明が解決しようとする課題〕

本発明は天然ガス等のガス化から得た水素を燃料とする燃料電池による発電システムであって、電力需要の負荷変動に効率よく追従し、ガス化装置の効率を最大限に発揮させることができ、かつガス化装置等の容量を電力最大需要に合わせるこ

となく可能な限り小さくできる、発電システムを提供する。

## 〔発明の構成〕

## 〔課題を解決するための手段〕

本発明は上記問題点を克服すべく発明者が鋭意検討を行って漸く得られた。即ち本発明は定常運転されるリフォーマと燃料電池の間のパイプラインに又は更にこれに付随する貯槽にリフォーマで得られた水素を貯蔵して、燃料電池のむらのある運転に追従して水素を供給するものであり、

1) 燃料物質を改質装置により水素を含むガスに転化し、

精製装置で実質的な水素ガスに精製し、

この水素ガスを配管を通じて改質装置とは遠隔に設置された多数の燃料電池に分配し又はこの配管に貯え、

分配された水素を燃料として、各燃料電池が電力需要に応じて必要なだけ運転され電力が供給される、燃料電池発電システム、及び

2) 燃料物質を水素を含むガスに転化する改

質装置と、これに接続されこのガスを実質的な水素ガスに精製する精製装置とからなる水素製造装置と。

水素を燃料とする多数の燃料電池と。

精製装置側に接続された本管及び本管と各燃料電池との間を接続し燃料電池側端部付近に減圧、閉閉、流量調節等を行う弁を有する多数の支管とからなる、精製装置と各燃料電池の間を接続する、配管即ち水素供給パイプラインとからなり、

配管により貯えられて分配され又は分配された水素を燃料として、各燃料電池が電力需要に応じて必要なだけ運転され電力が供給される、燃料電池発電システム、である。

天然ガス、ナフサ等の気体又は液体炭化水素、メタノールに代表される液状アルコール、不揮発成分を多く含む常温で非ないし低流動性である、重質油等の炭化水素類、石炭等の固体炭化水素、セルロース系の炭水化物バイオマス等がガス化剤として酸素、空気等の含酸素ガス、水蒸気、酸化炭素類等と共に改質器で改質され、水素を含むガ

スに転化されることはよく知られている。

本発明ではかかるガス化は大気圧下ないし加圧下、好ましくは $5 \sim 50 \text{ kg/cm}^2 \text{G}$ 、より好ましくは $10 \sim 40 \text{ kg/cm}^2 \text{G}$ 、特に好ましくは $10 \sim 30 \text{ kg/cm}^2 \text{G}$ でなされる、圧が低すぎるとガス化の効率が一般に不良で、高すぎると効率は上がっても設備の費用がかさんで有利でない。

一方水素ガスの精製装置から配管經由燃料電池に水素ガスを供給する為に、改質装置系の圧力は製品水素が燃料電池の運転圧力よりも実質的に低くない圧力で得られるよう運転されるとよい。

転化で得られたガスを、燃料電池の燃料に適した、例えば水素が80vol %以上の実質的な水素ガスにすることは、よく知られるように例えば膜分離、圧力変動吸着 (Pressure Swing Adsorption, PSA) に代表される吸着法、深冷分離等でなされる。必要に応じ脱硫、COシフト転換、メタン化等も行う。

燃料電池は硫酸水溶液型、溶融炭酸塩電解質型、固体電解質型、アルカリ水溶液型等が代表的であ

るが、何れも水素を燃料としてこれを酸素 (通常空気) が一般的である酸化剤により燃焼させ電力に変換する。これらの運転時の水素、酸素の圧力は大気圧 $\sim 10 \text{ kg/cm}^2 \text{G}$ 、通常 $1 \sim 7 \text{ kg/cm}^2 \text{G}$ 程度が一般的である。

既述のように燃料電池に水素と酸素を通じれば直流の電力が発生する。一般的にはこれを適当なインバータで交流に変換してから需要先に配電する。

燃料電池の稼動に伴い発生する熱、未利用水素等を含むガス等のエネルギーは適宜の用途に役立てて省エネルギーを図るとよい。

水素は配管をなす本管、支管から、多種の弁の組み合わせから成ってもよい、通常支管の燃料電池側端部付近に設けられる、弁により必要に応じ減圧、流量調節等されて、適当な流量と圧力で燃料電池発電設備に供給される。

一方酸素は多くの場合空気又は酸素富化空気として、水素とは異なる配管から、通常燃料電池が設置される敷地ないしその近傍から、また都合に

よっては遠隔地点から、適当な弁、ブロー等により供給される。

本発明では、配管は水素の供給、分配ばかりでなく、連続的に発生される水素のうち燃料電池が消費しない分を貯蔵するバッファタンクの役割も持つ。

水素ガスは対空気比重が最も小さなガスゆえ、万一の配管からの漏出の場合にも直ちに上空へ飛散するので、飛散を妨げぬ配慮をしておけば他の燃料ガスの場合よりもむしろ安全と云える。

配管による水素の燃料電池への供給を円滑にする、配管に水素をより多く貯蔵させる等の目的で精製装置からの水素ガスを昇圧する適宜の圧縮機を用いることが本発明では好ましい。

昇圧後の圧力は $10 \sim 150 \text{ kg/cm}^2 \text{G}$ 、好ましくは $15 \sim 150 \text{ kg/cm}^2 \text{G}$ 、特に好ましくは $15 \sim 120 \text{ kg/cm}^2 \text{G}$ 程度とするとよい。低すぎると昇圧の効果がなく、高すぎると機械設備及び配管設備等が高価になりかえって不経済である。

上記の通り本発明では配管に電池の燃料となる

水素を貯蔵するが、配管の容量が充分でない場合等には本管、又は場合により支管から分岐させて貯槽を設け、貯蔵容量の増加、供給圧力の安定化等を図ることができる。

#### 〔作用〕

本発明では改質装置を最も効率のよい条件で定常的に連続運転し、得られた水素が精製装置で必要な精製後、配管により貯蔵されると共に改質装置からは遠隔の電力需要地付近にある各燃料電池に分配され、電力需要に応じた必要量の電力が適当数の燃料電池の運転により発生される。

#### 〔例〕

本発明の代表的な具体例を図面を参照して説明する。燃料物質である燃料ガス1は空気3、水蒸気5と共に改質装置7に供給される。

メタンを主成分とする天然ガスに代表される燃料ガスは改質装置により、まずその一部が一次改質として、水蒸気と共に原料として加熱され、改質触媒の作用で水素、一酸化炭素を含む一次改質気体となる(いわゆる水蒸気改質法)。これに要

する熱は他の一部の燃料ガスあるいはPSAからの排ガスを空気で燃焼させて外熱的に与える。

上記気体は更に他の一部の燃料ガス、酸素と共に二次改質炉で部分酸化法により断熱下内熱的に二次改質され、水素、一酸化炭素を含む気体となる。

かかる部分酸化法を利用した改質は、二次部分が断熱的であるのでより少い原料消費でより多い製品が得られて一般に好都合である。

石炭等の固体原料、重質油等の燃料物質ないし原料物質も水蒸気、酸素等のガス化剤を用い外部加熱又は部分酸化等で既知の方法により適宜ガス化される。

改質気体は要すれば図外のバッファタンクをへて精製装置9で精製され、実質的に水素から成る燃料電池の燃料気体となる。

精製装置9では、例えばPSA法により水素以外が除かれて燃料気体が製造される。即ち水蒸気、二酸化炭素、一酸化炭素、メタン、窒素、アルゴン等の成分が吸着で除かれる。PSAならば比較

的に容易に水素99%以上の実質的な水素である燃料気体を得られる。例えば磷酸水溶液型燃料電池用であれば水素80%以上の水素が利用可能ゆえ、必要に応じた精製を行う。

PSA法は複数の吸着床と適当な加圧/減圧装置で構成される、本発明に適した精製法の一つである。

上記ガス化の圧力は通常10~30kg/cmGでなされ、精製装置9からも、精製装置自体の効率を勘案して、これに相応する圧力の燃料が送出されるのが好ましい。

なお改質装置7、精製装置9は各1基で水素製造装置を構成してもよいが、何れか又は双方が複数の構成でも差し支えなく、そうすれば安定した水素の供給には好都合のことも多い。

精製装置9を出た燃料は本管11と多数の支管13からなる配管網15を経由燃料電池21に供給される。必要に応じて精製装置と燃料電池の間に圧縮機を設けてもよい。

要すれば、本管11の精製装置側端部付近に圧

縮機25を介在させて更に燃料を通常15~150kg/cmに加圧し、配管15に送り込む。本管11の途中から分岐させて貯槽27を設けてもよい。

配管15と又は更に貯槽27に貯えられた水素は、各燃料電池21に対応した弁17により圧力、流量等が調節されて電力需要に応じた数の燃料電池に必要量だけ供給される。

水素の供給に呼応して、酸素の必要量を満たす空気33がこの例では燃料電池と同じ敷地内に設けられるブロワ19から燃料電池に供給される。

燃料電池は大気圧~7kg/cmG程度で運転される。

燃料電池21で得られた直流出力はインバータ23により適当な電圧、周波数の交流に変換され需要先に送られる。

本発明では、深夜電力等の、もはや揚水発電の余裕も殆どない余剰電力50により、電解装置52を用い水を電解して水素53を得、これを導管55により配管15に、通常圧縮機25の吸込み側から供給して、余剰電力を水素として貯え燃料

電池の燃料とし、有効利用することが出来る。

上記電解で水素と共に発生する酸素59は適宜の用途に利用できるが、本システムではこれを、好ましくは貯槽57経由、改質装置に送ってその空気に代わる酸素源とすることが出来る。また勿論、適当な設備を介して燃料電池にこの酸素を供給して燃料電池に利用しても良い。

図面の例で、都市ガス(13A)40,000Nm<sup>3</sup>/hrを消費し(一次改質間で外熱源として消費される分も含む)純度99vol%の水素103,000Nm<sup>3</sup>/hrが1基の改質-精製装置の連続運転で得られる。これは燐酸水溶液型燃料電池による100MWの電力に相当する。

これを配管経由分散配置された容量各10MWの燐酸水溶液型の燃料電池例えば20基に供給して、原子力、火力等による定常量供給では不足する分の電力を同時最大200MW相当分まで、これら燃料電池の適当数の適当発電量での運転により、電力需要に即応して供給できる。

これは電力不需要時又は低需要時に燃料電池が

使用しない分の水素は、配管内の水素の圧力を上げることにより配管内に又は更に水素貯槽27内に貯え、需要時に備えることが出来る本発明の特質による。

なお配管には、内径300mmの直管(例えばSTS49 高圧配管用炭素鋼管14B SCH80)換算総延長50kmの中に、常温(25℃)で圧力100kg/cmGを上限とすれば約350,000Nm<sup>3</sup>までの約100vol%水素が貯え得る。

本発明では、天然ガス等のガス化原料の受け入れに好適な例えば東京湾等の港湾地帯等に水素製造装置を設け、燃料電池は東京都内等の都市や内陸部等の電力需要地内又はそれらの付近に分散配置し、製造装置と燃料電池との間を本管と支管から成る配管で結び、配管内又は更に付帯させた貯槽内に適当圧力の水素を貯えて実施することができる。

#### [発明の効果]

本発明により以下の主要な効果が得られる。

1- ガス化原料を集中して受け入れ、改質装

置の規模を比較的効率のよい大容量に集約することができる。

2- 生産された水素ガスを燃料電池に供給し又は配管に貯え、また燃料電池には電力需要の変動に応じたロスのない運転をさせる一方で、改質装置には効率の良い定常運転を継続させ得る。

3- 各燃料電池はその個々に隣接したガス化設備を付帯しないので、コストの高い電力需要地の土地をその分他に有効利用できる。従って特に都市部、都心部での燃料電池の応用に適する。

4- ガス化装置が大型のものに集約されているので、その運転、保守の手間、人員、費用等がガス化装置分散配置の場合に比し一元化され、経費節約が著しい。

5- 改質装置の容量を燃料電池による最大発電量に見合うよりも少ない容量とし且つその数を極力減らし、得られた水素ガスを、分配によるロスの少いガスのまま電力需要地の燃料電池に分配し、電力需要の変動に応じて所望量の電力を発生させ、電力を直接送電する場合より送電(又はエネルギー

移送)ロスを少くして需要先に届けることが可能となる。

6- 改質装置の数を減らし得るばかりでなく、配管で分配される水素は最も対空気比重の小さい気体である故、万一の漏出等に対しても、比較的容易な手段を適切に講じておけば水素は簡単に上空へ放散されるので、地表に拡がってしまいやすい、より比重の高い他の燃料気体や液体を送るよりも安全である。

#### 4. 図面の簡単な説明

図は本発明による具体的なシステムを説明する概念図である。

1 燃料物質、3 空気、5 水蒸気、7 改質装置、9 精製装置；

11 本管、13 支管、15 配管、17 弁、19 プロフ；

21 燃料電池、23 インバータ、25 圧縮機、27 貯槽；

33 空気；

50 余剰電力、52 電解装置、53 水素、

55 導管, 57 貯槽, 59 酸素。

特許出願人 東洋エンジニアリング株式会社

